

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service with sufficient postage as First Class Mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231, on the date shown below.

Dated: November 14, 2001

Signature: *Robert B. Cohen*
(Robert B. Cohen)

26714
Docket No.: SCEI 3.0-077
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Masaaki Oka

RECEIVED

Application No.: 09/929,146

JAN 07 2002

Group Art Unit: 2671

Filed: August 14, 2001

Technology Center 2600

Examiner: Not Yet Assigned

For: GRAPHICS DATA GENERATING METHOD,
GRAPHICS GENERATING APPARATUS
AND COMPONENTS THEREOF

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign applications filed in the following foreign countries on the dates indicated:

Country	Application No.	Date
Japan	P2000-246508	August 15, 2000
Japan	P2001-246092	August 14, 2001

In support of this claim, certified copies of the original foreign applications are filed herewith.

Dated: November 14, 2001

Respectfully submitted,

By *Robert B. Cohen*
Robert B. Cohen

Registration No.: 32,768
LERNER, DAVID, LITTBENBERG,
KRUMHOLZ & MENTLIK, LLP
600 South Avenue West
Westfield, New Jersey 07090
(908) 518-6316
Attorneys for Applicant



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

RECEIVED

JAN 07 2002

Technology Center 2600

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月15日

出願番号

Application Number:

特願2000-246508

出願人

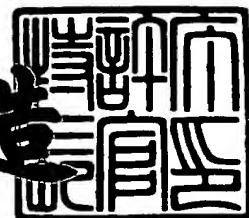
Applicant(s):

株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

2001年 7月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3066823



【書類名】 特許願
 【整理番号】 SCEI99181
 【提出日】 平成12年 8月15日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 G06T 17/50
 G06F 7/58

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂7丁目1番1号 株式会社ソニー・コン
 ピュータエンタテインメント内

【氏名】 岡 正昭

【特許出願人】

【識別番号】 395015319

【氏名又は名称】 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

【代理人】

【識別番号】 100099324

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 正剛

【選任した代理人】

【識別番号】 100108604

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 義人

【選任した代理人】

【識別番号】 100111615

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 良太

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 031738

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 図形データ生成方法、図形データ生成装置及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、

対象となる3次元図形の2次元形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を保持しておき、各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該形状特定点のZ座標値を算出し、算出したZ座標値と当該形状特定点のX、Y座標値とに基づいて3次元図形データを生成することを特徴とする、図形データ生成方法。

【請求項2】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、

対象となる3次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y、Z座標値を保持しておき、

前記保持されている複数の形状特定点の点間にある点のX座標値及びY座標値を算出して新たな形状特定点のX座標値及びY座標値とし、この新たな形状特定点のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点のZ座標値を算出し、

前記保持されている複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記新たな形状特定点のX、Y、Z座標値とに基づいて3次元図形データを生成することを特徴とする、図形データ生成方法。

【請求項3】 前記新たな形状特定点のX座標値及びY座標値は、前記保持されている複数の形状特定点の点間の中点のX座標値及びY座標値である、

請求項2記載の図形データ生成方法。

【請求項4】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、

対象となる3次元図形の形状を特定する、XY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点の各々のX、Y、Z座標値を保持しておき、

前記保持されている複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点となる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値とし、この新たな形状特定点の各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点のZ座標値を算出し、

前記保持されている複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記複数の新たな形状特定点のX、Y、Z座標値とに基づいて3次元図形データを生成することを特徴とする、図形データ生成方法。

【請求項5】 X、Y座標値に基づいて2次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、

対象となる2次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を保持しておき、前記保持されている複数の形状特定点をX軸上に射影したときに隣接する形状特定点の間の点のX座標値を算出して新たな形状特定点のX座標値とし、この新たな形状特定点のX座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点のY座標値を算出し、前記保持されている複数の形状特定点のX、Y座標値と前記新たな形状特定点のX、Y座標値とに基づいて2次元図形データを生成することを特徴とする、図形データ生成方法。

【請求項6】 X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と、前記複数の形状特定点から導出される複数の新たな形状特定点のX、Y、Z座標値と、に基づいて3次元図形データを生成する図形データ生成装置であって、

前記複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点となる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して前記複数の新たな形状特定点の各々のX座標

値及びY座標値とする手段と、

前記複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数をもとに当該新たな形状特定点のZ座標値を算出する手段と、を備える、

図形データ生成装置。

【請求項7】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成するコンピュータに、

X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点のX、Y、Z座標値を保持する処理、

前記複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点となる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値とする処理、

この複数の新たな形状特定点のX、Y座標値を乱数の種として新たな形状特定点毎に乱数を発生させる処理、

発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点のZ座標値を算出する処理、

前記複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記複数の新たな形状特定点のX、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する処理、

を実行させるためのプログラムコードが記録された、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば自然物のような図形の形状を決める図形データの生成に関し、特にその形状を乱数により決める図形データを生成する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンピュータグラフィックスの分野では、山や海岸線のような自然物の図形をできるだけ自然に表現するために、乱数を用いてその形状を決めることがある。例えばビデオゲームにおいて、ゲームの進行に直接関係しない遠方の山などの図形をより自然に表したいときなどに、乱数を用いて図形を決める。

【0003】

乱数を用いた図形形状の決定手法の一例としてフラクタル手法がある。フラクタル手法の中には、複数の形状特定点から、各点間の中点を求める中点分割と乱数とを用いてフラクタル図形となる図形データを生成する方法がある。この方法について説明する。ここで「形状特定点」とは、図形の形状を決めるための点であり、例えば図形の頂点などである。

各形状特定点は、X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置するように配置される。中点分割により、各形状特定点から、XY平面上に射影したときに四角形の各辺の中点となる点のX、Y座標値及びXY平面上に射影したときに四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX、Y座標値を算出する。算出されたX、Y座標値を新たな形状特定点のX、Y座標値とする。また、乱数を発生させ、発生した乱数を用いて新たな形状特定点のZ座標値を決める。このようにして求められた新たな形状特定点のX、Y、Z座標値及び予め配置される形状特定点のX、Y、Z座標値から3次元図形の形状を決めて3次元図形データを生成する。新たな形状特定点のZ座標値が乱数に依存するために、生成された3次元図形データから形成される3次元図形はフラクタル図形となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来のフラクタル手法では、新たな形状特定点のZ座標値を決めるために乱数を用いる。乱数は、乱数の種に応じて発生する値であり、乱数の種により一意に決まる。乱数の種には、直前に発生させた乱数を用いる。そのために、以下のようないくつかの問題が発生する。

【0005】

例えば、1画面で1ブロックしか表示されないA、B、C、Dの4つのブロック

クから構成される画像内にフラクタル図形があり、キャラクタがこの画像内を移動するような場合、キャラクタが、現在表示されているブロックから他のブロックへ移動すると、表示されている画像が切り替わる。

フラクタル図形は、画像が切り替わるたびに生成される。そのために、例えばキャラクタがAブロックからBブロックへ移動する場合、Aブロック→Bブロックと移動する場合と、Aブロック→Dブロック→Cブロック→Bブロックと移動する場合とでは、同じBブロックにあるフラクタル図形が異なる形状を持つようになる。これは、乱数を発生する際の乱数の種となる値が、Bブロックの同じフラクタル図形を表示する場合でも異なるためである。

また、フラクタル図形が複数のブロックにまたがって形成されている場合、フラクタル図形は、各ブロックの表示時にそれぞれ独自に生成されるために、ブロックの境界部分でフラクタル図形同士のつなぎ目が一致する保証がない。

【0006】

このような問題は、フラクタル図形に限ったものではなく、乱数を用いて図形の形状を決めるような図形データの生成手法において共通に発生する。

【0007】

本発明は、このように乱数を用いて図形の形状を決める際に発生する問題を解決する、乱数により図形の形状を決める図形データを生成するための技術を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の図形データの生成方法は、次のようなものである。3次元の図形データの生成方法として、X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる3次元図形の2次元形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を保持しておき、各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該形状特定点のZ座標値を算出し、算出したZ座標値と当該形状特定点のX、Y座標値に基づいて3次元図形データを生成する。

各形状特定点のZ座標値は、該形状特定点のX座標値及びY座標値により一意

に決まることとなる。そのために、どのような順序でフラクタル図形を生成しても、常に同じ形状のフラクタル図形を得ることができる。また、例えば1画面で1ブロックしか表示できない複数のブロックから構成される画像において、フラクタル図形が複数のブロックにまたがって存在する場合でも、各ブロックの境界部分でフラクタル図形のつなぎ目が一致するようになる。

【0009】

本発明の他の3次元の図形データの生成方法として、次のようなものがある。X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる3次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y、Z座標値を保持しておき、前記保持されている複数の形状特定点の点間にある点のX座標値及びY座標値を算出して新たな形状特定点のX座標値及びY座標値とし、この新たな形状特定点のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点のZ座標値を算出し、前記保持されている複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記新たな形状特定点のX、Y、Z座標値とにに基づいて3次元図形データを生成する。

新たな形状特定点のZ座標値は、該新たな形状特定点のX座標値及びY座標値により一意に決まることとなる。保持されている形状特定点から、新たに形状特定点を算出して図形の形状を決める点を増やすために、より細かい形状の図形を得ることができる。

特に、前記新たな形状特定点のX座標値及びY座標値を、前記保持されている複数の形状特定点の点間の中点のX座標値及びY座標値とする場合、中点分割によるフラクタル図形と、同様な図形が得られる。

【0010】

本発明の他の3次元の図形データの生成方法として、次のようなものがある。X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる3次元図形の形状を特定する、XY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点の各々のX、Y、Z座標値を保持しておき、前記保持されている複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点と

なる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値とし、この新たな形状特定点の各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点のZ座標値を算出し、前記保持されている複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記複数の新たな形状特定点のX、Y、Z座標値とに基づいて3次元図形データを生成することを特徴とする。

この方法は、中点分割と乱数とを用いた図形の生成方法であり、生成した図形データによる図形はフラクタル図形となる。

【0011】

2次元の図形データの生成方法として、次のようなものがある。X、Y座標値に基づいて2次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる2次元図形の形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を保持しておき、前記保持されている複数の形状特定点をX軸上に射影したときに隣接する形状特定点の間の点のX座標値を算出して新たな形状特定点のX座標値とし、この新たな形状特定点のX座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数に基づいて前記新たな形状特定点のY座標値を算出し、前記保持されている複数の形状特定点のX、Y座標値と前記新たな形状特定点のX、Y座標値とに基づいて2次元図形データを生成する。

新たな形状特定点のY座標値は、該新たな形状特定点のX座標値により一意に決まることとなる。そのために、どのような順序で図形が発生しても、常に同じ形状を得ることができる。また、例えば1画面で1ブロックしか表示できない複数のブロックから構成される画像において、2次元図形が複数のブロックにまたがって存在する場合でも、各ブロックの境界部分でフラクタル図形のつなぎ目が一致するようになる。

【0012】

本発明の図形データを生成する装置は、X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と、前記複数の形状特定点から導出される複数の新

たな形状特定点のX、Y、Z座標値と、に基づいて3次元図形データを生成する図形データ生成装置であって、前記複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点となる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して前記複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値とする手段と、前記複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値を乱数の種として乱数を発生させ、発生した乱数をもとに当該新たな形状特定点のZ座標値を算出する手段と、を備える。

【0013】

また、本発明による方法や装置は、以下のような記録媒体に記録されたプログラムコードを所定のコンピュータ、例えば、家庭用コンピュータ装置に読み込ませることにより実現することもできる。

即ち、X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成するコンピュータに、X軸、Y軸、Z軸からなる直交座標系内のXY平面上に射影したときに一又は複数の四角形の頂点に位置する複数の形状特定点のX、Y、Z座標値を保持する処理、前記複数の形状特定点の各々のX座標値及びY座標値から、XY平面上に射影したときに前記四角形の各辺の中点となる点のX座標値及びY座標値と、XY平面上に射影したときに前記四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点のX座標値及びY座標値とを算出して複数の新たな形状特定点の各々のX座標値及びY座標値とする処理、この複数の新たな形状特定点のX、Y座標値を乱数の種として新たな形状特定点毎に乱数を発生させる処理、発生した乱数に基づいて当該新たな形状特定点のZ座標値を算出する処理、前記複数の形状特定点のX、Y、Z座標値と前記複数の新たな形状特定点のX、Y、Z座標値とにに基づいて3次元図形データを生成する処理、を実行させるためのプログラムコードが記録された、コンピュータ読み取り可能な記録媒体がその一例である。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を適用した情報処理装置の一実施形態を図面を参照しつつ詳細

に説明する。

【0015】

図1は、情報処理装置の内部構成図である。この情報処理装置1は、中点分割と乱数とを用いてフラクタルな図形を生成して図外のディスプレイ装置に表示させる装置である。

【0016】

情報処理装置1は、CPU10と、RAMで構成されるメインメモリ11と、DMAC (direct memory access controller) 12と、MPEG (Moving Picture Experts Group) デコーダ (MDEC) 13と、CD-ROMやDVD-ROMなどのメディア15を装着するためのメディアドライブ14と、入力部16と、外部とネットワークを介して情報の送受信を行う通信制御部 (ATM) 17と、BIOSなどのプログラムが記憶されているROM18と、ハードディスクなどの補助記憶装置20と、サウンドメモリ22に蓄積された音データを読み出してオーディオ出力として出力する音声処理装置 (SPU (sound processing unit)) 21と、フレームメモリ32を有する描画処理装置 (graphic processing unit, 以下、「GPU」) 31と、がバスBを介して接続される。GPU31には、ビデオ出力信号を生成するCRTC (CRT controller) 33が接続される。ビデオ出力信号は、NTSCやPALなどの通常の規格に準拠したものでよい。

【0017】

CPU10は、情報処理装置1の起動時に、補助記憶装置20から起動プログラムを読み込み、その起動プログラムを実行してオペレーティングシステムを動作させる。また、メディアドライブ14を制御するとともに、このメディアドライブ14に装着されたメディア15からアプリケーションプログラムやデータを読み出し、これをメインメモリ11に記憶させる。さらに、メディア15や補助記憶装置20から読み出した各種データ、例えば複数の基本図形 (ポリゴン) で構成された3次元オブジェクトデータ (ポリゴンの頂点 (形状特定点) の座標値など) に対して、ジオメトリ処理を行う。ジオメトリ処理によるポリゴン定義情報をその内容とするディスプレイリストを生成する。

【0018】

GPU31は、描画コンテクストを保持しており、CPU10から通知されるディスプレイリストを用いてレンダリング処理を行い、フレームメモリ32にポリゴンを描画する。フレームメモリ32は、テクスチャメモリとしても使用できるため、フレームメモリ上のピクセルイメージをテクスチャとして、描画するポリゴンに貼り付けることができる。

【0019】

SPU21は、サウンドメモリ22から読み出した音データを合成してオーディオ出力信号を生成する。

DMAC12は、バスBに接続されている各回路を対象としてDMA転送制御を行う。

MDEC13は、CPU10と並列に動作し、MPEG (Moving Picture Experts Group) 方式あるいはJPEG (Joint Photographic Experts Group) 方式等で圧縮されたデータを伸張する。

【0020】

入力部16は、操作装置23からの入力信号が入力される接続端子19を備える。操作装置23には、複数の操作ボタンが設けられており、操作者がこれらの操作ボタンを種々多様に操作することにより、画像や出力音の制御が行われる。

【0021】

図2は、情報処理装置1の要部機能ブロック図であり、形状特定点記憶部101と、入力制御部102と、中点分割部103と、乱数発生部104と、座標決定部105と、図形データ生成部106と、生成された図形データに基づく図形を図外のディスプレイ装置に表示させる描画制御部107と、を含んで構成される。これらの機能ブロックにより、形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点から、別の新しい形状記憶点を導出し、形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点のX、Y、Z座標値及び新しいX、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する。これらの機能ブロックは、CPU10やGPU31が、補助記憶装置20やROM18、メディア15などからプログラムコードを読み込んで実行することにより実現される。

【0022】

形状特定点記憶部101は、図形の形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y、Z座標値を記憶するものである。

入力制御部102は、形状特定点記憶部101から形状特定点のX、Y、Z座標値を取り込み、中点分割部103及び図形データ生成部106へ送るものである。

【0023】

中点分割部103は、形状特定点のX、Y、Z座標値から、形状特定点間の中点のX座標値、Y座標値、Z座標値を算出し、さらに算出した中点について、中点間の中点のX座標値、Y座標値、Z座標値を算出するものである。算出されたX、Y、Z座標値は乱数発生部104、座標決定部105へ送られる。

乱数発生部104は、X座標値及びY座標値を乱数の種として乱数を発生するものである。乱数は、所定の数値範囲内で発生するようにする。所定の数値範囲とは、例えば形状特定点記憶部101に記憶される全形状特定点のZ座標値の標準偏差 σ を用いて、 $\pm \sigma / 2^n$ ($n : 1, 2, \dots$) の範囲である。発生した乱数は、座標決定部105へ送られる。

座標決定部105は、中点分割部103により算出された中点のX、Y、Z座標値と乱数発生部104により発生する乱数とにより、新たな形状特定点のX座標値、Y座標値、Z座標値を決めるものである。新たな形状特定点のX、Y、Z座標値は、図形データ生成部106、中点分割部103へ送られる。

【0024】

図形データ生成部106は、入力制御部102から送られる形状特定点のX、Y、Z座標値及び座標決定部105から送られる新たな形状特定点のX、Y、Z座標値に基づいて図形の形状を決めて、この図形形状を示す情報を含む図形データを生成する。図形データは、描画制御部107へ送られる。

描画制御部107は、送られてきた図形データをもとに、フレームメモリ32上に図形を描画する。これは、例えば形状特定点で形成される三角形又は四角形をポリゴンで描画することにより行われる。

【0025】

図3は、3次元フラクタル図形を生成する手順を示すフローチャートである。ここでは、形状特定点記憶部101に記憶される形状特定点を、図4において“●”で示すP0～P3で表す。これらの形状特定点は、XY平面上に射影したときに四角形の頂点に位置するように座標値をとるようにする。各点のX、Y、Z座標値は、

$$P_0 = (X_{P0}, Y_{P0}, Z_{P0})$$

$$P_1 = (X_{P1}, Y_{P1}, Z_{P1})$$

$$P_2 = (X_{P2}, Y_{P2}, Z_{P2})$$

$$P_3 = (X_{P3}, Y_{P3}, Z_{P3})$$

とする。

【0026】

入力制御部102は、形状特定点記憶部101から形状特定点P0～P3のX、Y、Z座標値を取り込む（ステップS101）。取り込んだ形状特定点P0～P3のX、Y、Z座標値は、中点分割部103及び図形データ生成部106へ送られる。中点分割部103は、入力制御部102から送られる形状特定点P0～P3のX、Y、Z座標値により、XY平面に射影したときに四角形の各辺の中点となる点Q0～Q3のX座標値、Y座標値、Z座標値及びXY平面に射影したときに四角形の対向する辺の中点を結ぶ線の中点となる点Q4のX座標値、Y座標値、Z座標値を算出する（ステップS102）。点Q0のX座標値、Y座標値、Z座標値は、

$$X_{Q0} = (X_{P0} + X_{P1}) / 2$$

$$Y_{Q0} = (Y_{P0} + Y_{P1}) / 2$$

$$Z_{Q0} = (Z_{P0} + Z_{P1}) / 2$$

となる。同様にQ1、Q2、Q3のX座標値、Y座標値、Z座標値も算出される。点Q4のX座標値、Y座標値、Z座標値は、

$$X_{Q4} = (X_{P0} + X_{P1} + X_{P2} + X_{P3}) / 4$$

$$Y_{Q4} = (Y_{P0} + Y_{P1} + Y_{P2} + Y_{P3}) / 4$$

$$Z_{Q4} = (Z_{P0} + Z_{P1} + Z_{P2} + Z_{P3}) / 4$$

となる。点Q0～Q4は、図4で“□”で示される。

算出された点Q0～Q4のX座標値、Y座標値、Z座標値は、乱数発生部104及び座標決定部105へ送られる。

【0027】

乱数発生部104は、点Q0～Q4のX座標値及びY座標値を乱数の種として乱数を発生する（ステップS103）。発生した乱数は、座標決定部105へ送られる。ここで、例えば点Q0のX座標値及びY座標値を乱数の種として得られる乱数を、

```
seed_random (f (XQ0, YQ0))
random (1)
```

と表す。`seed_random (f (XQ0, YQ0))`は乱数発生部104に乱数の種を設定することを表しており、ここでは中点Q0のX座標値及びY座標値を乱数の種として設定することを表している。関数fは、例えば、`f (X, Y) = X * 10000 + Y`である。`random (1)`は、`seed_random (f (XQ0, YQ0))`により発生する乱数であって、(1)とは、乱数の数値範囲が例えば前出のZ座標値の標準偏差を σ として 1σ の範囲であることを表す。

乱数は、各点Q0～Q4のそれぞれについて算出される値であり、点Q1～Q4の乱数の種は、それぞれ、

```
seed_random (f (XQ1, YQ1))
seed_random (f (XQ2, YQ2))
seed_random (f (XQ3, YQ3))
seed_random (f (XQ4, YQ4))
```

となる。

【0028】

乱数`random (1)`は、その種となる`seed_random (f (X, Y))`により一意に決まる値である。`seed_random (f (X, Y))`は、X座標値及びY座標値に依存する関数であり、X座標値及びY座標値が決まると一意にその値が決まる。そのために、乱数`random (1)`はX座標値及びY座標値にのみ依存した値となって、X座標値及びY座標値が決まると一意にその値が決まることになる。

【0029】

座標決定部105は、中点分割部103から送られる点Q0～Q4のX座標値、Y座標値、Z座標値と、乱数発生部104から送られる乱数とから、新たな形状特定点P4～P8のX座標値、Y座標値、Z座標値を決める（ステップS104）。新たな形状特定点のX座標値及びY座標値は、点Q0～Q4のX座標値及びY座標値をそのまま用いる。つまり、

形状特定点P4のX座標値、Y座標値は、

$$XP4 = (XP0 + XP1) / 2$$

$$YP4 = (YP0 + YP1) / 2$$

形状特定点P5のX座標値、Y座標値は、

$$XP5 = (XP1 + XP2) / 2$$

$$YP5 = (YP1 + YP2) / 2$$

形状特定点P6のX座標値、Y座標値は、

$$XP5 = (XP2 + XP3) / 2$$

$$YP5 = (YP2 + YP3) / 2$$

形状特定点P7のX座標値、Y座標値は、

$$XP6 = (XP3 + XP0) / 2$$

$$YP6 = (YP3 + YP0) / 2$$

形状特定点P8のX座標値、Y座標値は、

$$XP7 = (XP0 + XP1 + XP2 + XP3) / 4$$

$$YP7 = (YP0 + YP1 + YP2 + YP3) / 4$$

となる。

【0030】

形状特定点P4～P8のZ座標値は、点Q0～Q4のZ座標値及び乱数により求められる。例えば、

形状特定点P4のZ座標値は、

$$ZP4 = (ZP0 + ZP1) / 2 + \text{random}(1)$$

形状特定点P5のZ座標値は、

$$ZP5 = (ZP1 + ZP2) / 2 + \text{random}(1)$$

形状特定点P6のZ座標値は、

$$ZP6 = (ZP2 + ZP3) / 2 + \text{random} (1)$$

形状特定点P7のZ座標値は、

$$ZP7 = (ZP0 + ZP1 + ZP2 + ZP3) / 4 + \text{random} (1)$$

となる。

このようにして決めた形状特定点P4～P8は、図5で“X”で示される。

なお、形状特定点P4～P8のZ座標値は、例えば、乱数の所定の倍数としてもよい。また、中点分割部103で点Q0～Q4のZ座標値を求めずに、乱数をそのままZ座標値とするようにしてもよい。いずれにしても、乱数を用いて算出するようにする。

【0031】

形状特定点P4～P8のX座標値、Y座標値、Z座標値は、図形データ生成部106へ送られる。

図形データ生成部106は、入力制御部102から送られる形状特定点のX、Y、Z座標値及び座標決定部105から送られる新たな形状特定点のX、Y、Z座標値からフラクタルな図形となる図形データを生成するが、その前に、現在の形状特定点による図形を更に細分化するか否かを判断する（ステップS105）。図形の細分化は、表示する画像の大きさや、解像度に合わせて適宜行う。

【0032】

図形を更に細分化する場合、ステップS102に戻って再び中点分割を行う。このとき、先に導出されている形状特定点P4～P8は、形状特定点記憶部101に記憶される形状特定点P0～P3と同様に処理される。つまり、形状特定点P0～P8を形状特定点P0～P3と同様に扱って中点分割部103によるステップS102の処理を行う。

【0033】

例えば、図5に示すように、形状特定点P0、P4、P8、P7について中点分割を行う。まず、形状特定点P0、P4、P8、P7のX、Y、Z座標値から、XY平面に射影したときに形状特定点P0、P4、P8、P7により形成される四角形の各辺の中点となる点R0～R3のX、Y、Z座標値及び四角形の対向

する辺の中点を結ぶ線の中点となる点R4を算出する。点R0のX座標値、Y座標値、Z座標値は、

$$XR0 = (XP0 + XP4) / 2$$

$$YR0 = (YP0 + YP4) / 2$$

$$ZR0 = (ZP0 + ZP4) / 2$$

となり、同様にR1、R2、R3のX座標値、Y座標値、Z座標値も算出される。点R4のX座標値、Y座標値、Z座標値は、

$$XR4 = (XP0 + XP4 + XP8 + XP7) / 4$$

$$YR4 = (YP0 + YP4 + YP8 + YP7) / 4$$

$$ZR4 = (ZP0 + ZP4 + ZP8 + ZP7) / 4$$

となる。

【0034】

他の、形状特定点P4、P1、P5、P8で構成される四角形、形状特定点P8、P5、P2、P6で構成される四角形、形状特定点P7、P8、P6、P3で構成される四角形についても、同様にX座標値、Y座標値、Z座標値を算出する。

ここで求められる点R0～R4は、図5で“口”で示される。

算出された各点のX座標値、Y座標値、Z座標値は、乱数発生部104及び座標決定部105へ送られる。

【0035】

乱数発生部104では、再び乱数を発生させることとなる。乱数の種には、点R0～R4の各々のX座標値及びY座標値を用いる。例えば、点R0による乱数の種は、seed_random(f(XR0, YR0))となる。また、乱数の発生する数値範囲は、先程とは異なったものとする。例えば、例えば前出のZ座標値の標準偏差 σ の $1/2$ にする。このようにして発生する乱数を、random($1/2$)と記す。

発生した乱数は、座標決定部105へ送られる。

【0036】

座標決定部105では、中点分割部103から送られる点R0～R4のX座標

値、Y座標値、Z座標値と、乱数発生部104から送られる乱数と、から新たな形状特定点のX座標値、Y座標値、Z座標値を算出する。これは、先程と同様に行う。このようにして、図6で“△”で示す新たな形状特定点P9、PA、PB、PC、PDのX座標値、Y座標値、Z座標値が算出される。

細分化する度に、乱数発生部104で発生する乱数の発生する数値範囲は、1/2ずつ狭くしていく。これにより、得られるフラクタル図形がより自然な図形となるからである。

【0037】

細分化が済み、すべての形状特定点のX、Y、Z座標値が決まると、図形データ生成部106は、入力制御部102から送られる形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点のX、Y、Z座標値及び座標決定部105から送られる新たな形状特定点のX、Y、Z座標値からフラクタルな図形となる図形データを生成する（ステップS106）。生成された図形データは、描画制御部107でフレームメモリ32上に描画され描画データとなる（ステップS107）。その後、フレームメモリ32上から読み出されて、ビデオ出力信号となって、所定のディスプレイ装置に表示されることとなる。

【0038】

X座標値及びY座標値を乱数の種として用いるために、この乱数の種により発生する乱数はX座標値及びY座標値に依存することとなる。そのために、乱数を用いて算出するZ座標値は、X座標値及びY座標値に依存して、X座標値及びY座標値により一意に決まることとなる。そのために、Z座標値が乱数をもとにして算出されながら、常に同じ形のフラクタルな図形を得ることができる。

【0039】

以上、中点分割を行ってフラクタル図形を生成するフラクタル手法の例について説明したが、本発明の実施の形態はこれに限られるものではない。例えば、中点分割による新たな形状特定点の算出を行わずに、形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点により与えられるX座標値及びY座標値をそのまま乱数の種としてZ座標値を算出するようにしてもよい。

【0040】

この実施形態では、3次元のフラクタル図形となる図形データを生成する場合の例を示したが、2次元のフラクタル図形の場合であっても同様に本発明を適用することができる。この場合、乱数の種には、例えばX座標値を用いる。

図7は、2次元フラクタル図形の例である。図7では、形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点を“●”で、導出される新たな形状特定点を“×”で示している。新たな形状特定点の導出手順は、以下のようになる。

まず、形状特定点記憶部101に記憶された形状特定点をX軸上に射影したときに隣接する位置にある形状特定点間の中点のX、Y座標値を中点分割部103により求める。次に、求めた中点のX座標値を乱数の種として乱数発生部104で乱数を発生させる。そして発生した乱数と中点のY座標値とによりY座標値を求めて、新たな形状特定点のY座標値とする。このY座標値及び乱数を発生させる際に乱数の種となったX座標値が、新たな形状特定点のX、Y座標値になる。

【0041】

なお、以上説明した情報処理装置1の中心をなす各機能ブロックは、家庭用の汎用コンピュータ装置などに、本発明にかかる記録媒体に記録されたプログラムコードを読み込ませることによって実現することも可能である。

【0042】

【発明の効果】

以上のような本発明は、図形を生成する際の乱数を座標値に依存して発生させるために、乱数により決まる図形の形状を一定に保つことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

情報処理装置の内部構成図。

【図2】

情報処理装置の要部機能ブロック図。

【図3】

フラクタル図形を生成するフローチャート。

【図4】

3次元フラクタル図形の生成手順の説明図。

【図5】

3次元フラクタル図形の生成手順の説明図。

【図6】

3次元フラクタル図形の生成手順の説明図。

【図7】

2次元フラクタル図形の生成手順の説明図。

【符号の説明】

101 形状特定点記憶部

102 入力制御部

103 中点分割部

104 乱数発生部

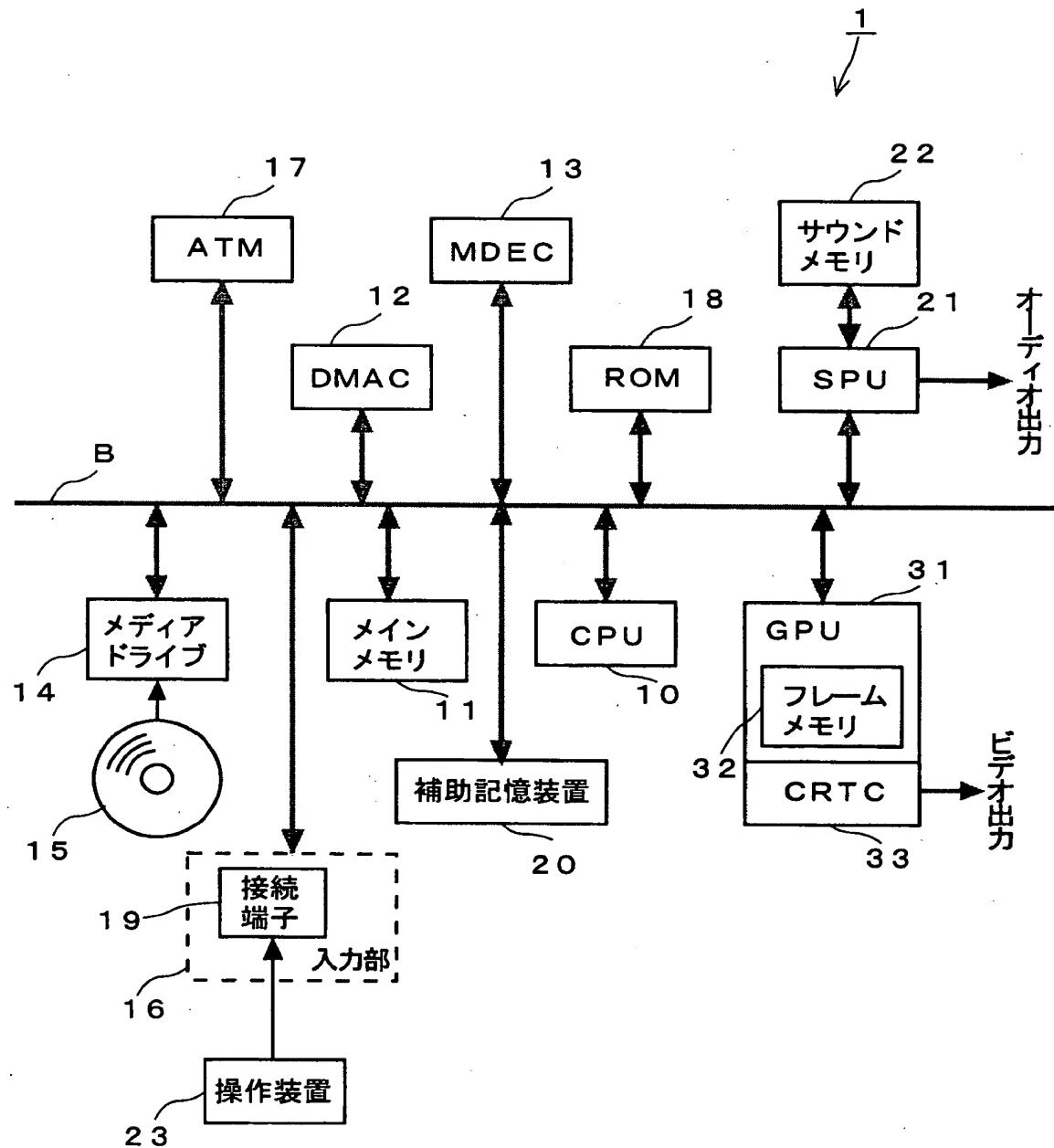
105 座標決定部

106 図形データ生成部

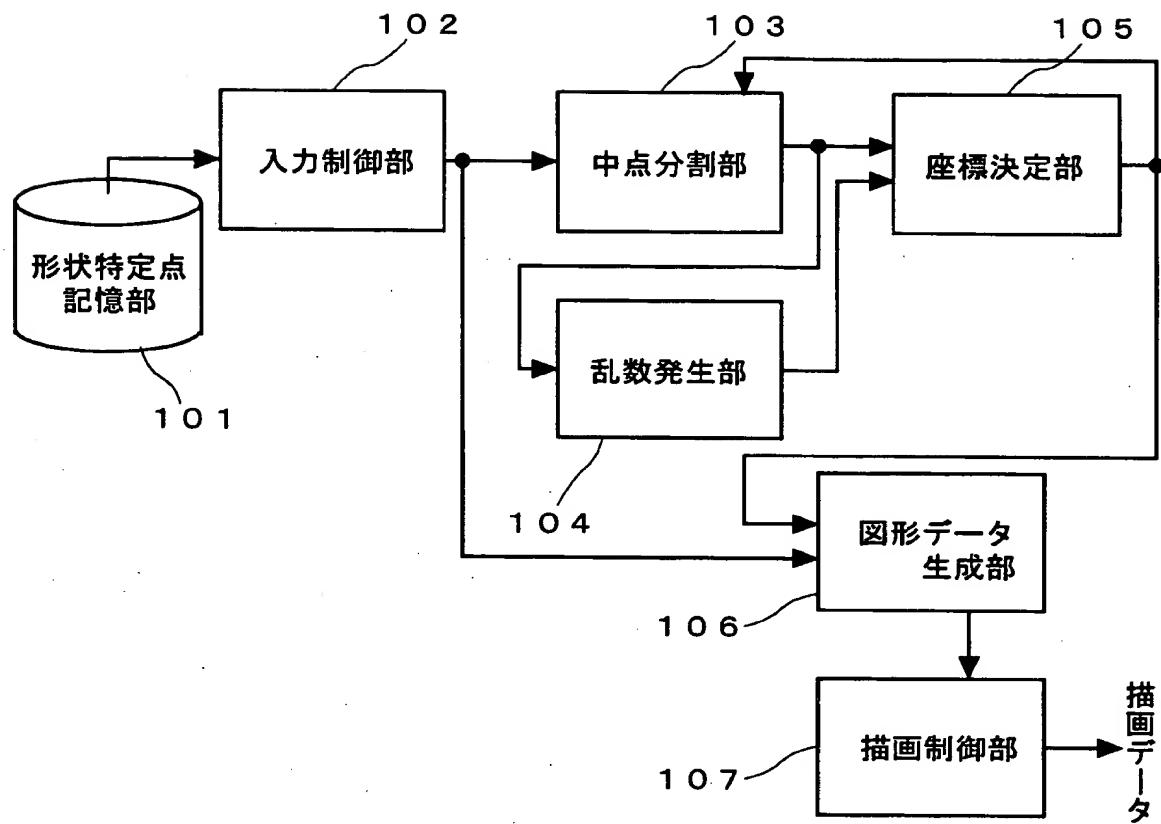
107 描画制御部

【書類名】 図面

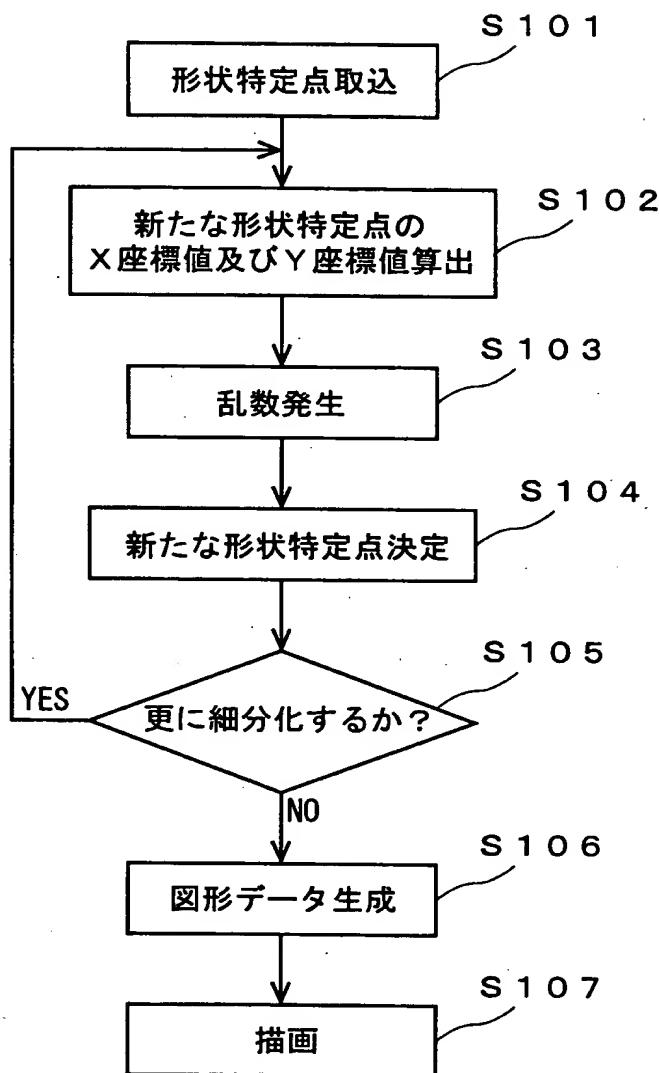
【図1】



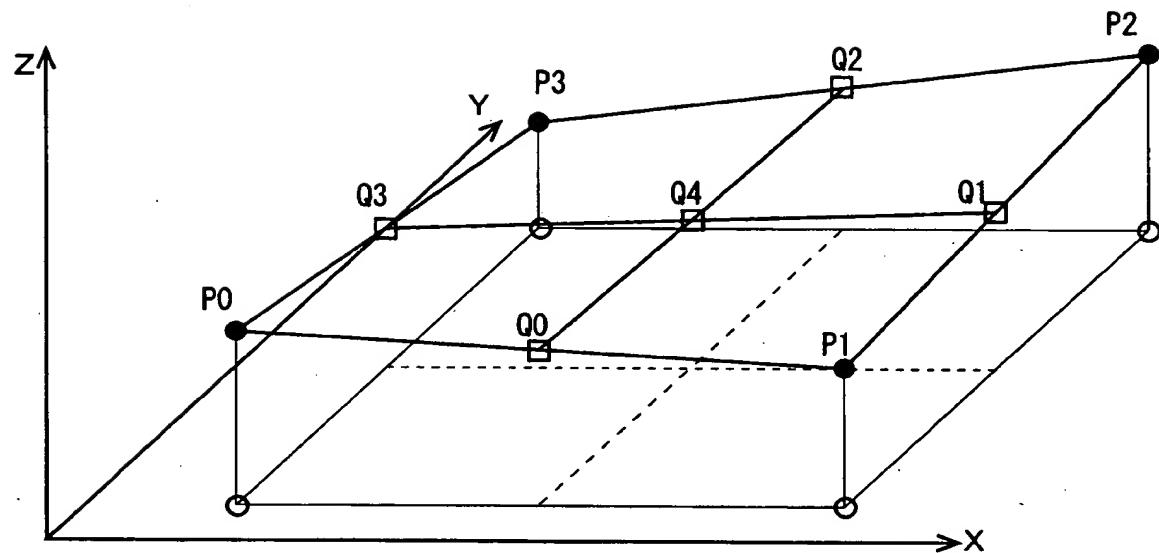
【図2】



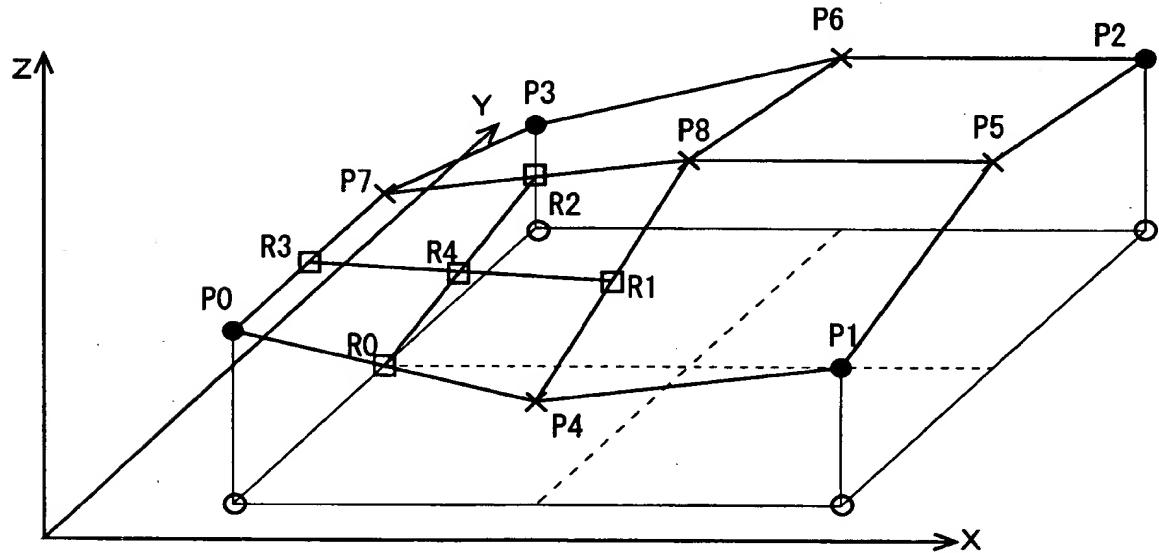
【図3】



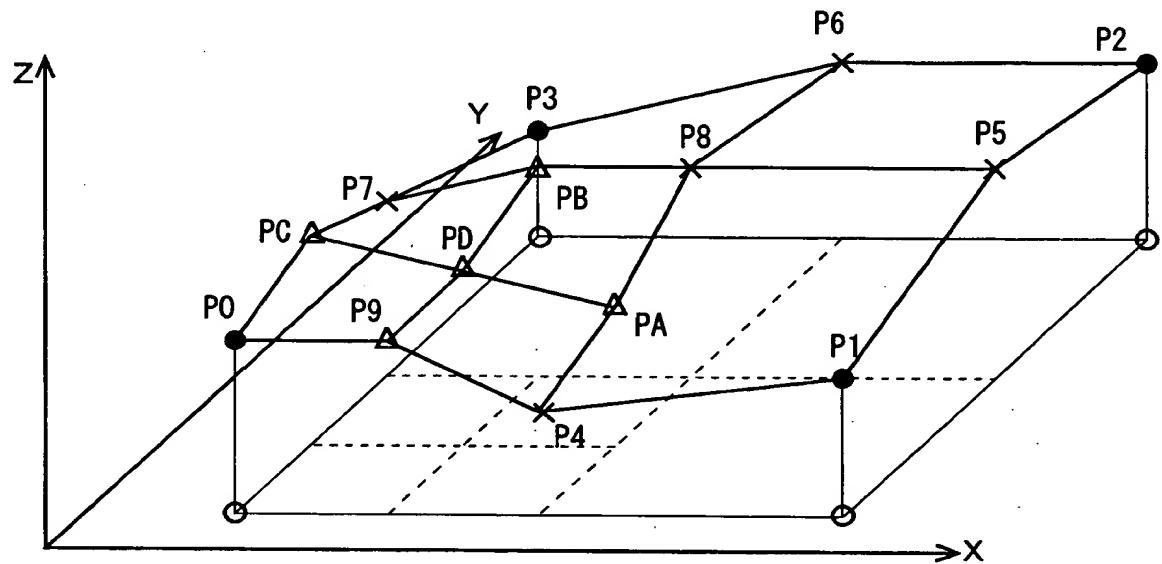
【図4】



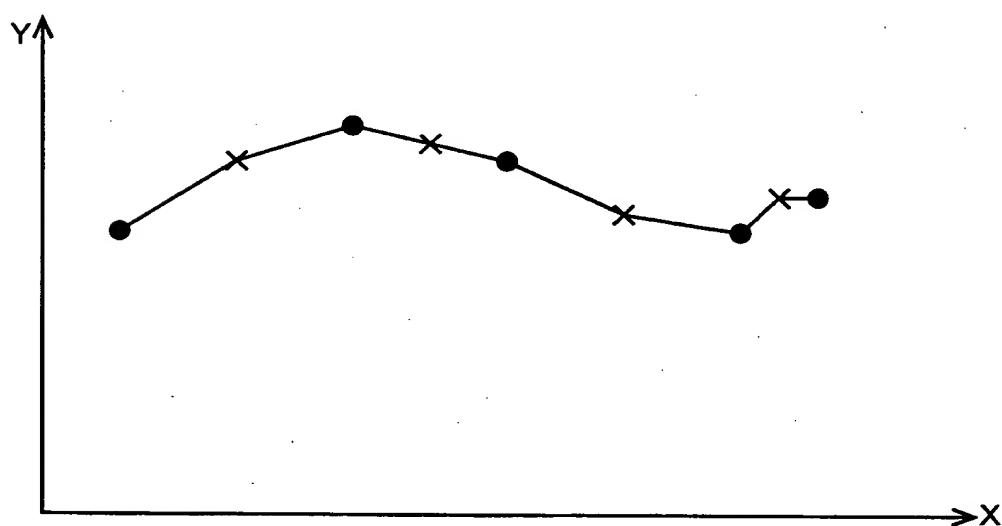
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 亂数を用いた図形の形状を決定する場合でも、その形状が一定になるような図形データの生成方法を提供する。

【解決手段】 X、Y、Z座標値に基づいて3次元図形データを生成する装置において実行される方法であって、対象となる3次元図形の2次元形状を特定するための複数の形状特定点の各々のX、Y座標値を保持しておき（S102）、各々のX、Y座標値を乱数の種として乱数を発生させ（S103）、発生した乱数に基づいて当該形状特定点のZ座標値を算出し（S104）、算出したZ座標値と当該形状特定点のX、Y座標値に基づいて3次元図形データを生成する（S106）。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [395015319]

1. 変更年月日 1997年 3月31日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂7-1-1

氏 名 株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント